

№ 2018123296 : заявл. 27.06.2018 : опубл. 19.12.2018 / Баженов И. А., Белов Д. В. ; заявитель ООО «ЮНИСТЕМ». – 9 с. : ил.

4. Трофимов, С. П. Конструкционные материалы рамных элементов оконных блоков и критерии их выбора = Construction materials frame elements of windows and criteria for their selection / С. П. Трофимов // Деревообработка : технологии, оборудование, менеджмент XXI века : труды XI Междунар. евразийск. симпозиума 20–23 сентября 2016 г. – Екатеринбург, 2016 – С. 145–151.

5. Миснар, А. Теплопроводность твердых тел, жидкостей, газов и их композиций / А. Миснар. – Москва : Мир, 1968. – 464 с.

6. Франчук, А. У. Таблицы теплотехнических показателей строительных материалов / А. У. Франчук. – Москва : НИИ строительной физики, 1969. – 142 с.

7. Борискина, И. В. Проектирование современных оконных систем гражданских зданий / И. В. Борискина, А. А. Плотников, А. В. Захаров. – Москва : Чистые пруды, 2004. – 320 с.

8. Клиндт, Л. Конструкции окон / Л. Клиндт, Х. Фрезе ; пер. с нем. В. Г. Бердичевский. – Москва : Стройиздат, 1987. – 112 с.

9. Лакокрасочные материалы для внутренней и наружной отделки : Каталог систем отделок Renner. – URL : <https://renner.ru>.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ЗАГОТОВКЕ, ПЕРЕРАБОТКЕ И ОТДЕЛКЕ ДРЕВЕСИНЫ

NEW TECHNOLOGICAL DECISIONS IN PREPARATION, PROCESSING AND FINISHING OF WOOD

УДК 676. 024. 61

С. Н. Вихарев

(S. N. Viharev)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с автором: cbp200558@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗМОЛА

REFINING PROCESS RESEARCH

В статье проведен литературный обзор процесса размола волокнистых полуфабрикатов [1–50]. С начала XX века исследовались такие параметры процесса размола, как импульсное давление, силы, температура, время размола, межножевой зазор, вибрация и шум. Однако все теории, описывающие процесс размола, носят полумпирический характер. Не разработана модель контактного взаимодействия ножей с волокнистым полуфабрикатом с учетом его вязкоупругих свойств.

In article the literary review on process of refining of fibrous semi-finished products is carried out [1–50]. At first the XX century such indirect parameters of process of grind as the pulse pressure, forces, temperature, time of refining, an inter knife gap, vibration and noise were investigated. However, all theories describing grind process have semi-empirical character. The model of contact interaction of knives with a fibrous semi-finished product taking into account its viscoelastic properties is not developed.

Размол является одним из основных процессов в производстве бумаги и картона. Классическое определение, что бумага делается в ролях, полностью сохранило свою актуальность. В настоящее время роли уступили место коническим и дисковым мельницам. Однако принцип воздействия этих машин на волокно сохранился.

Цель процесса размола, по С. Н. Иванову [1], состоит в том, чтобы:

1. Придать волокнистому материалу определенную структуру в отношении размеров по длине и толщине, а также по фракционному составу для обеспечения желаемого строения и плотности бумаги.

2. Сообщить материалу определенную степень гидратации – разработку поверхности, пластичности и других свойств, от которых зависит создание в бумаге межволоконных связей и многие свойства бумаги: механическая прочность, объемный вес, впитывающая способность и др.

В настоящее время исследования процесса размола ведется в двух направлениях:

1) по изменению структуры волокон и характеристик готовой продукции;
2) по факторам, влияющим на ход размола, по поиску контролирующих и управляющих критериев процесса размола.

Существует несколько теорий процесса размола: химическая, физическая и объединенная гипотеза Ж. Кларка. Авторы химической теории полагали, что поверхностный слой волокон химически реагирует с водой, образуя гидрат целлюлозы. Последующие исследования показали, что химических изменений в волокне при размоле не происходит. На основании этих и ряда других работ химическая теория размола была отвергнута.

Размол волокнистых полуфабрикатов происходит вследствие механических и гидродинамических воздействий. Под *механическим воздействием* понимают силовое действие гарнитуры и трение между ножами и волокнами полуфабриката [2]. Под *гидродинамическим воздействием* понимают гидродинамические процессы, возникающие между ротором и статором мельницы [2]. Мнения о соотношении этих воздействий в процессе размола у различных авторов различны. Так В. Н. Гончаров, С. Н. Иванов, С. Смит, В. Брехт считают основным механическое воздействие, а Ю. Д. Алашкевич, Г. Ренс, М. Хальме отдают предпочтение гидродинамическому воздействию. Систематизация исследований процесса размола представлена в таблице.

Систематизация исследований процесса размола

Способ изучения или физическое явление	Полуфабрикаты низкой концентрации		Полуфабрикаты высокой концентрации	
	Автор	Год исследований	Автор	Год исследований
Фотографирование	Пейдж [3]	1989	Атак, Мей [7]	1970
	Бенкс [4]	1967	Атак [8, 9]	1977, 1989
	Гончаров [5]	1970	Статионвала [10]	1992
	Фокс [6]	1979	Алахауталла [11]	1997
Импульсное давление, нормальные силы	Хлебников [12]	1969	Атак [17]	1975
	Гончаров [13]	1971	Эриксен [18, 19]	2003, 2006
	Нордман [14]	1981	Сингер [20, 21]	2004, 2005
	Фокс [15]	1980	Берг [22]	2005
	Каукэл [16]	1991	–	–
	Алашкевич [23]	1980	–	–
Тангенциальные силы	Хлебников [12]	1969	Градин [24]	1999
	Гончаров [13]	1971	Блеклунд [25]	2004
	–	–	Сингер [20, 21]	2004, 2005

Окончание табл.

Способ изучения или физическое явление	Полуфабрикаты низкой концентрации		Полуфабрикаты высокой концентрации	
	Автор	Год исследований	Автор	Год исследований
Температура	Нордман [14]	1981	Мэй [26]	1973
	–	–	Хеконен [27]	1999
	–	–	Жохансон [28]	2001
	–	–	Эриксен [19, 29]	2005, 2006
	–	–	Вихарев [30]	2019
Межножевой зазор	Нордман [14]	1981	Статионвала [32]	1979
	Мохлин [31]	2006	Данкуист [33]	1981
Время размола	Арис [34, 35]	1970, 1980	Оулет [37]	1995
	Фокс [36]	1980	Хаконен [38]	1995
	–	–	Муртон [39]	2002
Вибрация, шум	Старжинский [40]	1975	Странд [43, 44]	1985, 1987
	Лебедев [41]	1982	Вихарев [46]	1993
	Петерсен [42]	1986	Чимде [47]	2004
	Вихарев [45]	1990	–	–
	Засыпкина [49]	2012	–	–

В. Н. Гончаров [2] выявил, что определяющее значение для размола волокон имеет механическое воздействие на полуфабрикат. Вклад гидродинамических воздействий невелик и не превышает 5–10 % в общем балансе обработки волокна при работе мельниц в нормальном режиме. Вместе с тем многократные резкие перепады давления, испытываемые волокном при переходе его из сжатого объема в ячейку между ножами, а также вихревые образования в потоке, имеющие место в ячейках, очевидно влекут за собой усталостное разрушение волокон [2].

Некоторые исследователи рассматривают процесс размола как процесс смазки, подобный в подшипниках скольжения. Н. Ф. Рэнс [50] отождествляет слой полуфабриката со смазочной пленкой между цапфой и вкладышем подшипника. Стабильность этой пленки (т. е. способность выдерживать давление) зависит от конструкции ротора и статора, проточных каналов гарнитуры и свойств самого полуфабриката.

Однако все теории, описывающие процесс размола, носят полуэмпирический характер. Не разработана модель контактного взаимодействия ножей с волокнистым полуфабрикатом с учетом его вязкоупругих свойств.

Библиографический список

1. Иванов, С. Н. Технология бумаги / С. Н. Иванов. – Москва : Лесная промышленность, 1970. – 695 с.
2. Гончаров, В. Н. Теоретические основы размола волокнистых материалов в ножевых машинах : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Гончаров Владимир Николаевич. – Л., 1990. – 451 с.
3. Page, D. H. The beating of chemical pulps – the action and the effects 9th Fundamental Research Symposium / D. H. Page // Fundamentals of Papermaking. – 1989. – Pp. 1–38.
4. Banks, W. A. Design considerations and engineering characteristics of disk refiners Paper Technol / W. A. Banks. – 1967. – № 8 (4). – Pp. 363.
5. Гончаров, В. Н. Метод определения напряжений между ножами мельницы /

В. Н. Гончаров, Е. А. Смирнова // Бумажная промышленность. – 1970. – № 27. – С. 134–138.

6. Fox, T. S. High-speed photography of stock transport in a disc refiner / T. S. Fox, R. S. Brodkey, A. H. Nissan. – Tappi. – 1979. – № 62 (3). – Pp. 55–58.

7. Attack, D., May W. D. High speed photography of particle motion in a disk refiner 9 International congress on high speed photography / D. Attack, W. D. May ; Society of motion picture and television engineers, 1970. – Pp. 525–526.

8. Attack, D. Advances in beating and refining Transaction of the Oxford Symposium, "Fibre-water interactions in paper-making" / D. Attack ; British paper and Board Industry Federation, 1977. – Pp. 261–297.

9. High-speed photography of pulp flow patterns in a 5 MW pressurized refiner Pap / D. Attack, M. I. Stationwala, E. Huusari [etc]. – Puu. – 1989. – № 71 (6). – Pp. 689–695.

10. Stationwala, M. I. Distribution and motion of pulp fibres on refiner bar surface / M. I. Stationwala, D. Attack, A. Karnis // J. Pulp Paper Sci. – 1992. – № 18 (4). – J131–J137.

11. Alahautala, T. Visualisation of pulp refining in a rotating disk refiner XIV IMEKO World Congress / T. Alahautala, J. Vattulainen, R. Hernberg. – ХА, 1997. – Pp. 60–64.

12. Хлебников, А. А. Анализ сил, возникающих при работе конической мельницы / А. А. Хлебников, В. Ф. Пашинский, В. Н. Гончаров // Бумажная промышленность. – 1969. – № 22. – С. 129–136.

13. Гончаров, В. Н. Силовые факторы в процессе размол в дисковой мельнице / В. Н. Гончаров // Бумажная промышленность. – 1971. – № 5. – С. 12–14.

14. Conditions in an LC-refiner as observed by physical measurements Papen ja Puu / L. Nordman, J.-E. Levlin, T. Markonen [ect] // Papper och Tra. – 1981. – № 63 (4). – Pp. 169–180.

15. Fox, T. S. Inside a disk refiner International Symposium on : Fundamental concepts of refining / T. S. Fox ; Institute of Paper Chemistry, Appleton. – Wisconsin, USA, 1980. – Pp. 281–313.

16. Caucal, G. Etude Physique et Hydraulique du Raffinage Rev / G. Caucal, D. Chaussy, M. Renaud // ATIP. – 1991. – № 45 (5). – Pp. 187–199.

17. Attack, D. On the measurement of temperature and pressure in the refining zone of an open discharge refiner Transactions of the technical section / D. Attack, M. I. Stationwala // CPPA. – 1975. – № 1 (3). – Pp. 71–76.

18. Eriksen, O. High-frequency pressure measurements in the refining zone of a high-consistency refiner Doctoral thesis / O. Eriksen ; Norwegian University of Science and Technology, 2003. – 303 pp.

19. Eriksen, O. Pressure and vibration in the refining zone of a TMP refiner – influence of the fibre flow Nord / O. Eriksen, O. Gregersen, P.-A. Krogstad // Pulp Paper Res. J. – 2006. – № 21 (1). – Pp. 90–98.

20. Senger, J. J. Measurement of normal and shear forces during refining using a piezoelectric force sensor / J. J. Senger, A. Siadat, D. Ouellet [ect] // Pulp Paper Sci. – 2004. – № 30 (9). – Pp. 247–251.

21. Senger, J. Measurement of normal and shear forces in the refining zone of a TMP refiner / J. Senger, M. Olmstead, D. Ouellet [ect] // Pulp Paper Sci. – 2005. – № 31 (1). – 28–32 pp.

22. Berg, D. Dynamic pressure measurements in hill-scale thermomechanical pulp refiners International mechanical pulping conference / D. Berg, A. Karlstrom, 2005. – Pp. 42–49.

23. Алашкевич, Ю. Д. Основы теории гидродинамической обработки волокнистых материалов в размольных машинах : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Алашкевич Юрий Давыдович. – Л., 1980. – 334 с.

24. Gradin, P. A. Measurement of the power distribution in a single-disc refiner / P. A. Gradin, O. Johansson, J.-E. Berg // *Pulp Paper Sci.* – 1999. – № 25 (11). – J384–J387.
25. Backlund, O. Measurement of shear force, temperature profiles and fibre development in mill-scale TMP refiners Licentiate thesis / O. Backlund ; Mid Sweden University, 2004. – 28 pp.
26. May, W. D. The measurement of temperature in a chip refiner International Mechanical Pulping Conference / W. D. May, K. B. Miles, R. C. Jefferys, 1973. – Pp. 13.1–13.31.
27. Harkonen, E. Residence time of fiber in a single disc refiner International Mechanical Pulping Conference / E. Harkonen, E. Huusan, P. Ravila, 1999. – Pp. 77–869.
28. Improved process optimization through adjustable refiner plates International Mechanical Pulping Conference / O. Johansson, D. Hogan, D. Blankenship [ect], 2001. – Pp. 579–589.
29. Eriksen, O. High-speed measurements of pressure and temperature in the refining zone of a high-consistency refiner Nord / O. Eriksen, O. Gregersen, P.-A. Krogstad // *Pulp Paper Res. J.* – 2005. – № 20 (4). – Pp. 459–467.
30. Vikharev, S. N. Contact problem at mill semi finished items with the account of the thermal emission and forces in knife grinding machines / S. N. Vikharev // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science.* – 2019. – № 22.
31. Mohlin, U.-B. LC-refining of chemical pulps – refining intensity and gap clearance Industnkontakt / U.-B. Mohlin ; STFI-Packforsk. – Stockholm, Sweden, 2006. – № 1. – Pp. 9–11.
32. The effect of control variables on refining zone conditions and pulp properties International Mechanical Pulping Conference / M. I. Stationwala, D. Atack, J. R. Wood [ect], 1979. – Pp. 93–109.
33. Dahlqvist, G. Mill operating experience with a TMP refiner control system based on a true disc clearance measurement International Mechanical Pulping Conference / G. Dahlqvist, B Ferrari, 1981. – Pp. 1–14.
34. Arjas, A. Influence of the residence time distribution on the beating result of a mill-size conical refiner Pap / A. Arjas, M. Ano, N. Rytö. – *Puu.* – 1970. – № 52 (10). – Pp. 639–649.
35. Arjas, A. Influence of residence time distribution on pulp properties International Symposium on : Fundamental concepts of refining / A. Arjas ; Institute of Paper Chemistry. – Appleton, Wisconsin, USA, 1980. – Pp. 139–148.
36. Fox, T. S. Inside a disk refiner International Symposium on : Fundamental concepts of refining, Institute of Paper Chemistry / T. S. Fox. – Appleton, Wisconsin, USA, 1980. – Pp. 281–313.
37. Measurement of pulp residence time in a high consistency refiner International Mechanical Pulping Conference / D. Ouellet, C. P. J. Bennington, J. J. Senger [ect], 1995. – Pp. 171–181.
38. Harkonen, E. The influence of production rate on refining in a specific refiner International Mechanical Pulping Conference / E. Harkonen, T. Tienvicri, 1995. – Pp. 177–182.
39. Murton, K. Pulp residence Ume influence on refining intensity and pulp quality 56th Appita Annual Conference / K. Murton, G. Duffy, S. R. Corson, 2002. – Pp. 185–193.
40. Снижение шума и вибрации конической мельницы МКЛ-001 / В. Н. Старжинский, А. М. Витвинин, Ю. А. Приходько [и др.] // *Бумажная промышленность.* – 1975. – № 7. – С. 15–16.
41. Лебедев, А. Д. Исследование шума оборудования для переработки и сортирования древесной массы : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Лебедев Александр Дмитриевич. – Л., 1982. – 24 с.

42. Pettersen, G. W. Noise emanation from conical refiners Pulp Paper Can / G. W. Pettersen. – 1986. – № 87 (9). – Т336–Т340.
43. Strand, B. C. Control and optimization of conical disc refiners International Mechanical Pulping Conference / B. C. Strand, A. Mokvist, 1987. – Pp. 11–18.
44. Strand, B. C. Modeling and optimization of full scale chip refining International Mechanical Pulping Conference / B. C. Strand, N. Hartler, 1985. – Pp. 46–54.
45. Вихарев, С. Н. Экспериментальные исследования процесса размола при помощи вибрации на гарнитуре статора / С. Н. Вихарев // Машины и аппараты целлюлозно-бумажного производства // Мевуз. сб. научн. тр. – Л., 1990. – С. 29–33.
46. Вихарев, С. Н. Разработка методов и средств виброзащиты и вибрационной диагностики дисковых мельниц : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Вихарев Сергей Николаевич. – Екатеринбург, 1993. – 235 с.
47. Чимде, А. Г. Вибрационное проектирование и диагностирование дисковых мельниц : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Екатеринбург, 2004. – 164 с.
48. Душина, С. А. Исследование влияния факторов на колебания мельниц совместно с поддерживающей конструкцией / С. А. Душина, С. Н. Вихарев // Материалы VII Всероссийск. науч.-техн. конф. Ч2 «Научное творчество молодежи – лесному комплексу России». – Урал. гос. лесотехн. ун-т. – Екатеринбург, 2012. – С. 286–287.
49. Rance, H. F. The Beating Process viewed as a Problem of Lubrication and Lubricant Behavior / H. F. Rance // Word's Paper Trade Review. –1951. – V. 136. – № 3. – Pp. 177–190.

УДК 674.81

А. С. Ершова, А. В. Артёмов, А. В. Савиновских, В. Г. Буриндин
 (A. S. Erschova, A. V. Artyomov, A. V. Savinovskih, B. G. Buryndin)
 (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: ershovaas@m.usfeu.ru

ВЛИЯНИЕ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ НА СВОЙСТВА ДРЕВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ

INFLUENCE OF WOOD DRYING ON THE PROPERTIES OF PLASTICS WITHOUT RESINS OBTAINED FROM IT

В процессе получения древесных пластиков без добавления связующих (ДП-БС) все основные компоненты древесины претерпевают те или иные изменения. Наибольшие изменения претерпевает углеводная часть древесины. Эти изменения вызваны процессами гидролиза, происходящими при взаимодействии тепла на влажный материал. При нагревании влажной древесины до 100–120 °С в ней начинают образоваться и выделяться летучие продукты: пары воды и органические кислоты (преимущественно уксусная). При пьезотермическом воздействии на древесину в присутствии влаги возможен гидролиз простых и сложных эфирных связей древесного комплекса и последующая их конденсация. Преждевременное удаление из древесного пресс-сырья органических кислот, которые в первую очередь обуславливают рН среды, образование ДП-БС происходит с меньшей степенью гидролиза сырья, и химические реакции происходят слабее. Вследствие этого получается меньшая плотность, а соответственно, и прочность материала.

In the process of obtaining wood plastics without resins (WP-WR), all the main components of wood undergo some changes. The carbohydrate part of wood undergoes the greatest